



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CAMPUS DE CURITIBANOS

CURSO DE AGRONOMIA

EZEQUIEL KLEINSCHMITT

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E AO USO DE FERTILIZANTES BIOINDUTORES

CURITIBANOS

2018

EZEQUIEL KLEINSCHMITT

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays*) EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E AO USO DE FERTILIZANTES BIOINDUTORES

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação de Agronomia, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Agronomia. Orientador(a): Prof^ª. Dra. Sonia Purin da Cruz.

Curitibanos

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Kleinschmitt, Ezequiel

Desenvolvimento e produtividade da cultura do milho (*Zea mays*) em resposta à inoculação de *Azospirillum brasilense* e ao uso de fertilizantes bioindutores / Ezequiel Kleinschmitt ; orientador, Sonia Purin da Cruz, 2018.

49 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Agronomia, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Cultura do milho. 3. Inoculação microbiana. 4. Fertilizantes bioindutores. I. Purin da Cruz, Sonia. II. Universidade Federal de Santa Catarina.

Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS**

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Rodovia Ulysses Gaboardi km3

CP: 101 CEP: 99520-000 - Curitiba - SC

TELEFONE (048) 3721-2178 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br

EZEQUIEL KLEINSCHMITT

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO
(*Zea mays*) EM RESPOSTA À INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E
AO USO DE FERTILIZANTES BIOINDUTORES**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia,
do Campus de Curitiba da Universidade
Federal de Santa Catarina, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador(a): Sonia Purin da Cruz.

Data da defesa: 08 de junho de 2018

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Sonia Purin da Cruz

Titulação: Ph.D.

Área de concentração: Microbiologia Ambiental e Aplicada

Instituição: UFSC - Campus Curitiba

Membro Titular: Priscila Stocco Theodoro

Titulação: Mestre

Área de concentração: Ciência do Solo

Instituição: UDESC

Membro Titular: Ana Carolina Lovatel

Titulação: Mestre

Área de concentração: Ciência do Solo Instituição: UDESC

Local: Universidade Federal de Santa Catarina - Campus de Curitiba

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a Deus pela minha vida, saúde e força para superar e vencer mais esta batalha.
- A minha família, pelo carinho, incentivo e apoio. A meu pai Hélio e a minha mãe Hulda que me educaram e ensinaram a encarar as dificuldades, sempre me dando incentivo e força nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.
- Aos colegas de projeto de extensão Joatan Césare Andrades Clamer, José Filipe Maciel, Maurício Rosa Magro e Ana Rosa França.
- A Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos pela oportunidade e contribuição valiosa na minha vida.
- Aos professores e docentes da Universidade, que foram peças importantes para minha formação acadêmica e pessoal.
- Agradeço em especial a minha orientadora Prof. Dra. Sonia Purin da Cruz, por proporcionar oportunidades de conhecer novas áreas de estudo, por todo seu empenho e dedicação, pelo apoio e confiança, ensinando e mostrando a valia de ser um profissional dedicado e responsável.
- A empresa Total Biotecnologia Indústria e Comércio Ltda, que colaborou muito e permitiu a realização do referido trabalho.
- E a todos que de alguma forma fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Resumo

Com a constante inovação no setor agropecuário, principalmente em busca de maior produção e redução de custos, surge um crescente interesse pelo uso de inoculantes contendo bactérias promotoras de crescimento de plantas e de fertilizantes bioindutores. Essas técnicas mostram-se como boas alternativas para alavancar produtividades e proporcionar bons rendimentos econômicos e sociais, sem causar danos ao meio ambiente. Este trabalho foi conduzido com objetivo de observar os resultados e respostas da cultura do milho (*Zea mays*), quanto ao seu desenvolvimento e produtividade, quando submetida às aplicações de produtos de interesses agrônomo e comercial, desenvolvidos pela empresa Total Biotecnologia. O experimento foi implantado em condições de campo em uma propriedade rural no município de Ponte Alta - SC, na localidade de Faxinal Paulista e a semeadura do milho ocorreu em outubro de 2016. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 8 tratamentos e 5 repetições, com parcelas de 29,25m², sendo 6,5 m de comprimento por 4,5 m de largura e espaçadas entre si por 1 m. Os tratamentos foram: T1: testemunha, sem adubação nitrogenada em cobertura; T2: 75% da dose de N em cobertura (300 kg de uréia/ha); T3: 100% da dose de N em cobertura (400 kg de uréia/ha); T4: 75% de N em cobertura com inoculação (*Azospirillum brasilense*) das sementes na dose de 100ml/60.000 sementes; T5: 75% de N, produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes; T6: 75% de N, Produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes + produto Simetria[®] aplicado na dose de 200ml/ha em pulverização sobre a linha de plantio até V6; T7: 75% N, Produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes + Produto Stamina[®] aplicado na dose de 200ml/ha em pulverização sobre a linha de plantio até V6; T8: 75% N, Produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes + os produtos Stamina[®] e Simetria[®] aplicados na dosagem de 200ml/ha cada, em pulverização sobre a linha de plantio até V6. Avaliou-se altura de inserção da primeira espiga, altura total das plantas, massa da parte aérea seca, N da parte aérea e grãos e a produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Foram detectadas diferenças significativas para as variáveis altura de plantas e altura de inserção da primeira espiga, onde os tratamentos 1, 2, 3 e 4 promoveram médias superiores aos demais. O tratamento 6 diferiu significativamente em relação ao T1, T2 e T3, com uma produtividade 18,4% superior à testemunha. Espera-se que os resultados deste trabalho possam contribuir para um maior conhecimento sobre as respostas da cultura do milho ao uso de fertilizantes bioindutores e à inoculação em estudo e, que essas técnicas possam contribuir na obtenção de boas produtividades da cultura de forma economicamente viável.

Palavras chave: Total Biotecnologia, Inoculantes, Produtividade.

Abstract

Along with innovations in agricultural and livestock sector, mainly in search of higher yield and reduced costs, attention to the used of inoculants and bio-inducers rises. These techniques are good alternatives to increase crop yield without harming the environment, and also to positively impact economy and social development. This study was conducted with the aim to observe growth and yield responses of corn (*Zea mays*) when cultivated with products developed by Total Biotecnologia. The experiment was conducted in Ponte Alta – SC, in an completely randomized block design with eight treatments and five repetitions. Each experimental unit measured 29.25m² (6.5x4.5m). Treatments employed were: T1: control, with no nitrogen fertilization; T2: 75% of the recommended N fertilization (300 kg/ha); T3: 100% of the recommended N fertilization (400 kg/ha); T4: 75%N + bio-inducer Raiz (applied at 100ml/60,000 seeds); T5: 75%N + bio-inducer Raiz (applied at 100ml/60,000 seeds) and Simetria (200ml/ha applied on row up to V6 stage); T6: 75%N + bio-inducer Raiz (applied at 100ml/60,000 seeds) and Stamina (200ml/ha applied on row up to V6 stage); T7: 75%N + bio-inducer Raiz (applied at 100ml/60,000 seeds) and both Simetria + Stamina (each at 200ml/ha applied on row up to V6 stage); and T8: 75%N + bio-inducer Raiz (applied at 100ml/60,000 seeds) + Stamina and Simetria (200ml/ha applied on row up to V6 stage). We evaluated plant height, ear insertion height, shoot dry weight and yield. Results were submitted to ANOVA and means were separated by the Scott Knott test at 5%. Values of plant height and ear insertion height were higher in treatments 1 through 4. Regarding grain yield, T6 had the highest mean, 18.4% more than T1 and T3. As the main objective of corn producers is to have high yield combined with lower costs, we may state that farmers can reduce nitrogen fertilization by 25% and still harvest 2,812 kilograms more grains if using both products, Simetria and Stamina.

Keywords: Total Biotecnologia, Inoculation, Yield.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo geral	11
1.2	Objetivos específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO	11
2.2	BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS.....	13
2.2.1	A técnica da inoculação de sementes e as bactérias do gênero <i>Azospirillum</i>	14
2.3	BIOINDUÇÃO	15
3	METODOLOGIA	18
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	19
3.3	COLETA DE DADOS E AVALIAÇÕES	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	ALTURA TOTAL, ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA ESPIGA E MASSA DA PARTE AÉREA SECA.....	30
4.2	NITROGÊNIO DA PARTE AÉREA	34
4.3	PRODUTIVIDADE E TEORES DE NITROGÊNIO NOS GRÃOS	36
5	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	49

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho é uma das culturas mais importantes mundialmente, do ponto de vista econômico e social. De maneira primordial, está inserida na estrutura da cadeia produtiva do agronegócio brasileiro. O milho é atualmente cultivado em todas as microrregiões do Brasil, o qual é atualmente o terceiro maior produtor mundial do cereal, sendo que na safra 2016/2017 o país atingiu uma produção estimada em 98,5 milhões de toneladas, atrás apenas dos Estados Unidos (384,8 milhões de toneladas) e da China (219,6 milhões de toneladas) (CONAB, 2018).

A região Sul do Brasil desde a safra 2013/2014 vem atingindo produtividades médias acima de 6.000 kg/ha. Na safra 2016/2017, a região alcançou a produtividade de 6.583 kg/ha, representando a maior produtividade por região do país. Nesta mesma safra, Santa Catarina foi destaque e atingiu valores de produtividade nunca antes alcançados, com 8.152 kg/ha (CONAB, 2018). Já para o município de Curitiba a produtividade média na última safra foi de 11.086 kg/ha (GIEHL *et al.*, 2017).

Sabe-se que o manejo inadequado e/ou baixo investimento do principal nutriente requerido pela cultura, o nitrogênio, é um dos fatores limitantes à produtividade da cultura do milho no Brasil é (MARTIN *et al.*, 2017). Outro fator visivelmente observado e que agrava o problema da baixa produtividade do grão, diz respeito ao crescimento tecnológico, o qual não ocorre de maneira adequada em todas as regiões do país. Portanto, há a necessidade de melhorar a média destas regiões, através da adoção de medidas que levem suporte e informações ao campo, para que tenhamos bons rendimentos nas demais regiões de cultivo (PEIXOTO, 2014). Torna-se necessário investir em tecnologias que visem explorar o potencial produtivo da cultura de forma economicamente acessível e eficaz, reduzindo custos e aumentando a produtividade.

Uma dessas técnicas é a inoculação das sementes de milho no momento da semeadura, principalmente com o inoculante considerado padrão, à base de *Azospirillum brasiliense*. Diversos estudos têm demonstrado benefícios da inoculação para o milho. Em experimento realizado por Mazzuchelli, Sossai e Araújo (2014), constatou-se que houve um aumento de 21,9% na produtividade com o uso de *A. brasiliense*. Pesquisas conduzidas pela EMBRAPA soja em Londrina-PR e pela EMBRAPA Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, revelam que pode haver uma redução de até 25% no uso de fertilizantes

nitrogenados quando se realiza a inoculação do milho com bactérias do gênero *Azospirillum* (VIANA, 2015).

Entretanto, uma das limitações relacionadas com a aplicabilidade de inoculantes microbianos é o problema da morte bacteriana decorrente da incompatibilidade entre tratamento de sementes e estirpes. Como alternativa, é possível fazer o uso de metabólitos microbianos ao invés de inoculantes, e estes produtos são denominados de fertilizantes bioindutores. Desta maneira, para a produção de determinados compostos como etileno e auxinas, trabalha-se com o ajuste da temperatura, aeração e a disponibilidade nutritiva aos microrganismos, tendo como produto final seus metabólitos gerados da fermentação e não os microrganismos vivos (AMARAL, 2017).

O uso de fertilizantes com ação de bioindução nas plantas a campo tem surgido como novidade no mundo agrícola. Induzir o metabolismo e as funções das plantas pode maximizar o seu potencial genético, elevando o crescimento e a tolerância a estresses, sendo capaz ainda de otimizar os efeitos dos insumos, aumentar a produtividade e qualidade da colheita, e resultar na redução dos custos (PASCHOLATI, 2005).

Em se tratando de moléculas com potencial para uso na agricultura, pode-se mencionar a quitosana, que é obtida a partir da parede celular de microrganismos. (FRANCO *et al.*, 2005; STAMFORD *et al.*, 2008). Estudos indicam que a quitosana apresenta também a capacidade de estimular o sistema de defesa das plantas, atuar na simbiose entre plantas e microrganismos (KAUR; DHILLON, 2014), regulação no crescimento e desenvolvimento de plantas (RAMÍREZ *et al.*, 2010).

Outro tipo de metabólito importante são os aminoácidos, porém, poucos trabalhos científicos são encontrados demonstrando a eficácia destes produtos e os resultados ainda são controversos (CASTRO *et al.*, 2009). Alguns autores não encontraram divergências nas características agronômicas utilizando aminoácidos (GAZOLA *et al.*, 2014) na cultura do milho, e outros encontraram divergências na produtividade de grãos na cultura do trigo (PICOLLI *et al.*, 2009).

A hipótese deste trabalho é de que microrganismos da espécie *Azospirillum brasiliense* e produtos bioestimulantes proporcionam um aumento significativo de crescimento e produtividade na cultura do milho, quando comparada com os cultivos majoritariamente empregados nas lavouras brasileiras (100% da adubação nitrogenada).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas da cultura do milho à inoculação com *Azospirillum brasiliense* e ao uso de produtos bioindutores.

1.2 Objetivos específicos

Comparar os efeitos proporcionados pela inoculação padrão (*Azospirillum brasiliense*) na cultura do milho;

Avaliar a capacidade dos microrganismos da espécie *Azospirillum brasiliense* e produtos bioestimulantes, quanto ao seu potencial em proporcionar ganhos em termos de desenvolvimento e produtividade.

Investigar qual(is) o(s) produto(s) bioindutor(es) que a cultura do milho apresenta melhor resposta em termos de desenvolvimento e produtividade;

Agregar conhecimentos através deste trabalho a fim de ampliar a rede informativa sobre a inoculação e a bioindução na cultura do milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO MILHO

O Brasil ocupa uma posição de destaque entre os principais produtores mundiais de milho, estando em terceiro lugar no ranking mundial de produção do grão. Os Estados Unidos ocupam a primeira colocação e a China é o segundo colocado (EPAGRI/CEPA, 2016). Destaca-se que estes três países juntos, representam 70% da produção mundial do cereal. Para o mesmo período, o Brasil se enquadrava como o quarto maior consumidor de milho do mundo, com 60,5 milhões de toneladas, estando atrás dos EUA, China e União Europeia. Em relação às exportações, o Brasil encontra-se em segundo lugar, com 36,0 milhões de toneladas exportadas na safra 2016/2017, perdendo apenas para o maior produtor mundial (FIESP, 2018).

Destaca-se que este cereal é, portanto muito importante, pois pode ser utilizado de diversas formas, tanto na alimentação humana quanto animal, devido a sua composição

química e seu alto valor nutricional, ou mesmo para usos industriais e também energéticos. Seus destinos industriais são também muito vastos, destacando-se que o cereal pode ser utilizado na produção de alimentos básicos (fubás, farinhas, canjicas e óleos), ou de produtos mais elaborados utilizados na produção de balas, gomas e doces, aromas, essências, sopas desidratadas, produtos achocolatados, corantes, refrigerantes, cervejas, molhos, etc. Ultrapassando a fronteira alimentícia, os amidos industriais derivados do milho podem ser utilizados na produção de papelão, adesivos e fitas gomadas. Energeticamente, o etanol produzido a partir do milho também tem importância global. Nos EUA, esta é a principal fonte de bionergia utilizada (BARROS e ALVES, 2015).

Ainda, em uma propriedade rural, o milho tem diversas aplicações, podendo estar também incluído na alimentação humana, na alimentação animal na forma de grãos ou como forragem, ou na geração de receita resultante da comercialização do excedente de produção (ALVARENGA *et al.*, 2006).

Esta importante cultura é essencial para o avanço quantitativo e qualitativo do consumo de alimentos no Brasil e no mundo, que ocorre através da interação entre os diversos elos da cadeia produtiva. Nestes elos, encontram-se os produtores rurais, empreendedores e uma competitiva e moderna agroindústria. Desta forma, cabe ressaltar que a cultura do milho é de fundamental importância para o setor agropecuário, sendo uns dos principais insumos do complexo agroindustrial devido às suas diferentes aplicações, assumindo importante papel socioeconômico. Devido ao fato de o milho ter uma utilização bastante ampla e às crescentes demandas pelo cereal, a produção mundial da cultura registrou um crescimento de 38,4% entre as safras 2004/05 e 2014/15 (BARROS e ALVES, 2015).

No passado do setor produtivo agrícola do Brasil, prevaleceu o cultivo de milho de primeira safra ou da chamada safra de verão. Historicamente, ainda na década de 1990/91, aproximadamente 94% da produção nacional ocorria na primeira safra; os demais 6%, na segunda safra (BARROS e ALVES, 2015). Na temporada 1995/96, a oferta da segunda safra passou a representar 12,5% da oferta total; em 2000/2001, 18,7%; em 2005/06, 25,5%; em 2010/11, 44,7%; chegando a 58,2% na temporada 2013/14. Essa mudança na participação das ofertas da primeira e da segunda safra foi possível devido ao avanço tecnológico e a ajustes, nos períodos de cultivo. Isso impactou, inclusive, no cultivo de soja na primeira safra, principal cultura que antecede o milho de segunda safra. Entende-se que este processo foi então favorecido pela expansão do consumo interno e,

também, pelas oportunidades de exportação, que absorveram o excedente doméstico (BARROS e ALVES, 2015).

Dentre as grandes culturas do Brasil, o milho destaca-se pelo seu alto potencial produtivo, com produtividades superiores a 16 t/ha (CRUZ *et al.*, 2006). Porém, a média nacional de produtividade é muito baixa, apresentando valores em torno de 5.556 kg/ha na safra 2016/2017 (CONAB, 2018). Este valor demonstra que os atuais sistemas de produção podem ainda precisam ser aprimorados, buscando alcançar maior produtividade e rentabilidade.

2.2 BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS

É sabido que podemos considerar o solo como um organismo vivo e naturalmente composto por inúmeros microrganismos, os quais atuam sobre o mesmo desde a sua formação. As bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCPs) são microrganismos que habitam o solo e com frequência são identificadas pelo homem e isoladas da rizosfera de diversas espécies vegetais. Dentre os gêneros e espécies de bactérias mais estudadas atualmente, pode-se citar: *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Enterobacter*, *Azotobacter*, entre outras (ARAUJO e ARAUJO, 2006).

Através da pesquisa e inúmeros estudos realizados nas últimas décadas, esses microrganismos têm sido apontados como essenciais ao ecossistema de plantas em relação ao suprimento de elementos de crescimento, tais como o nitrogênio e fósforo (MELO, 1998). Existem também outros benefícios proporcionados às plantas por determinados microrganismos, denominados de promoção do crescimento das plantas.

Esta promoção pode ser o resultado de diversos mecanismos, como por exemplo, a produção de reguladores de crescimento, como auxinas, citocininas e giberelinas; estímulo à ramificação da raiz e aumento da biomassa da parte aérea e da raiz; resistência a condições adversas como seca e salinidade; solubilização de fosfatos; além de atuarem como agentes no controle biológico de patógenos (BASHAN; BASHAN 2005). Esses e outros processos contribuem aumentando o desempenho do crescimento radicular, favorecendo a absorção de água e nutrientes (HUNGRIA, 2011).

Dentre os benefícios proporcionados pelas BPCPs, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) é talvez um dos mais importantes, tendo em vista a importância desse elemento no desenvolvimento vegetal. A FBN é realizada por bactérias conhecidas como

diazotróficas, as quais podem ser de vida livre, estar associadas a espécies vegetais ou ainda, podem ser do tipo nodulantes, as quais são capazes de estabelecer simbiose com plantas leguminosas (MOREIRA *et al.*, 2010). De modo geral, acredita-se que as BPCP beneficiam o crescimento das plantas por uma combinação de todos esses mecanismos (DOBBELAERE; VANDERLEYDEN; OKON, 2003).

2.2.1 A técnica da inoculação de sementes e as bactérias do gênero *Azospirillum*

Pelos motivos apresentados nos parágrafos anteriores, é crescente nos últimos anos o interesse pelo uso de inoculantes à base de bactérias promotoras de crescimento de plantas. Outro fator é o aumento nos custos dos fertilizantes e as preocupações com o meio ambiente, na busca por uma agricultura sustentável (PERES, 2014). A inoculação é uma tecnologia bastante conhecida atualmente em culturas leguminosas como a soja, no entanto, pouco difundida para o milho. Fazer o uso da inoculação pode se apresentar como uma tecnologia potencial para elevar a produtividade da cultura.

Destaca-se que apesar de pouco difundida para o milho, esta técnica surgiu a partir da década de 1970, quando a pesquisadora da EMBRAPA, Dra. Johanna Döbereiner (1924-2000) descobriu a capacidade de fixação biológica do nitrogênio atmosférico por bactérias de vida livre do gênero *Azospirillum*, quando em associação com gramíneas (HUNGRIA, 2011). No entanto, no caso de gramíneas como o milho e o trigo, o desempenho não é similar ao da soja e os microrganismos conseguem suprir aproximadamente, apenas 50% do nitrogênio que a cultura necessita (GBRASIL, 2009).

Por este motivo, o uso de inoculantes na cultura do milho com bactérias do gênero *Azospirillum*, vem sendo cada vez mais estudado e tem sido bastante valorizado. Logo, esse interesse é devido aos benefícios proporcionados à cultura, tais como o aumento da quantidade de raízes, auxiliando na absorção de água e nutrientes, principalmente em períodos de estiagem, podendo refletir também em ganhos de produtividade (QUADROS *et al.*, 2014), além de auxiliar no crescimento das plantas e proporcionar ganhos para o agricultor, reduzindo a necessidade de grandes investimentos em fertilizantes químicos, especialmente aqueles a base de nitrogênio (VIANA, 2015).

Estudos revelaram o melhor desenvolvimento radicular, relaciona-se como fato de que as bactérias do gênero *Azospirillum* produzem substâncias promotoras de crescimento como ácido indol-acético (AIA), giberelinas e citocininas, as quais atuam na morfologia e fisiologia das raízes das plantas. Como resultado, há o aumento do peso

radicular, resultando numa maior superfície específica, auxiliando na melhor exploração do solo e na captação de água e nutrientes (PERIN *et al.*, 2003).

Existem na literatura, vários trabalhos que confirmam que microrganismos do gênero *Azospirillum* produzem fitormônios e respectivamente estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas. Tien *et al.* (1979), por exemplo, verificaram que os componentes responsáveis pelo estímulo do crescimento de raízes liberados por *A. brasilense* eram o ácido indol-acético (AIA), giberilinas e citocininas.

Sabe-se que apesar dos seus benefícios, existem também limitações quanto ao uso de inoculantes microbianos. Estas limitações estão muitas vezes relacionadas com a aplicabilidade dos produtos a campo, onde diversos cuidados que devem ser atendidos. De acordo com Mendes, Reis Junior e Cunha, (2010), a inoculação deve ocorrer nas horas mais frescas do dia (pela manhã ou noite), seguindo-se as recomendações de dosagem e aplicação fornecidas pelo fabricante do inoculante. É necessário que todas as sementes sejam cobertas com uma camada fina e uniforme do inoculante e devem ser secas à sombra, mantendo-as protegidas do sol e umidade. A semeadura deve ocorrer em um período inferior a 24 horas após a inoculação. Também a incompatibilidade entre tratamento de sementes e estirpes, podendo ocasionar a morte bacteriana e/ou a redução populacional, respectivamente.

2.3 BIOINDUÇÃO

Como alternativa aos problemas de mortalidade microbiana, surge a ideia de realizar-se o uso direto dos metabólitos produzidos pelos microrganismos de interesse, ao invés de utilizar a inoculação. Produtos constituídos destes metabólitos são, portanto, denominados de fertilizantes bioindutores. Estes metabólitos tornam-se, portanto, de interesse científico, pensando-se na sua aplicação em diversas áreas, entre elas, a agricultura.

Sabe-se que existem diferentes rotas metabólicas que podem ser direcionadas em laboratório com microrganismos, com as quais pode-se obter diferentes compostos. Estas rotas podem ser por via aeróbica ou anaeróbica, utilizando bactérias especializadas capazes de se adaptar a situações diversas, tanto na presença quanto na ausência de oxigênio (TRABULSI, *et al.*, 2004). Logo, torna-se importante saber que para isso são necessários conhecimentos sobre a disponibilidade de nutrientes e fatores físicos e químicos do meio ambiente, como temperatura, pH, presença de oxigênio, pressão

osmótica e luz, que são determinantes para o posterior metabolismo dos microrganismos. Além disso, para a produção de determinados compostos, existem formas de cultivo microbiano que possibilitam controlar fatores ambientais e nutricionais, com o intuito de obter um produto final de interesse. Trabalha-se, portanto, com ajustes de temperatura, aeração e disponibilidade nutritiva fornecida aos microrganismos, tendo como produto final seus metabólitos gerados da fermentação (etileno e auxinas, giberilinas, etc) e não os microrganismos vivos (AMARAL, 2017).

Os microrganismos do gênero *Azospirillum* são capazes de realizar este processo, onde na ausência de O_2 obtêm energia para o seu funcionamento realizando a degradação parcial de moléculas orgânicas, resultando em rendimento energético inferior ao mecanismo aeróbio. Sendo assim, ao se trabalhar com metabólitos microbianos ao invés de utilizar os microrganismos vivos, possibilita fazer um caminho direto metabólito-planta fazendo com que a mortalidade dos microrganismos não seja mais o problema (AMARAL, 2017).

Fazer o uso agrícola de produtos oriundos desta tecnologia, tem surgido como novidade. Os fertilizantes com ação de bioindução podem induzir o metabolismo e as funções das plantas e propositalmente maximizar o potencial genético dos materiais vegetais disponíveis no mercado, aumentando variáveis de crescimento e tolerância a estresses, otimizar os efeitos de insumos, aumentar a produtividade, a colheita, e reduzir custos (PASCHOLATI, 2005). Dourado Neto *et al.* (2004), ao testarem o uso de bioestimulantes a base de citocinina, giberilina e ácido indolcanóico na cultura do milho, encontraram resultados com o aumento significativo para rendimento de grãos, passando de 5644,10 kg. ha⁻¹ para 6743,06 kg. ha⁻¹.

Citando-se outra molécula que pode ser produzida através dos microrganismos, menciona-se a quitosana. Esta por sua vez é obtida a partir da parede celular de microrganismos (FRANCO *et al.*, 2005; STAMFORD *et al.*, 2008) e apresenta a capacidade de estimular o sistema de defesa das plantas, atuar no aumento da simbiose entre plantas e microrganismos (KAUR; DHILLON, 2014) e regulação no crescimento e desenvolvimento de plantas (RAMÍREZ *et al.*, 2010). Alguns autores obtiveram resultados interessantes quanto ao uso desta molécula.

Di Piero e Garda (2008), puderam verificar que a quitosana mostrou-se eficiente contra a antracnose provocada por *C. lindemuthianum* na cultura do feijão. Neste estudo, obteve-se uma porcentagem de redução de 70% da severidade da doença. Outros estudos demonstram que a quitosana (50 µg. mL⁻¹) inibiu a germinação de esporos e reduziu a

elongação do tubo germinativo de *Botrytis cinerea* (BEN-SHALOM *et al.*, 2003), enquanto a dose de 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ reduziu em 75% a germinação de uredosporos de *Puccinia arachidis*, agente causal da ferrugem-do-amendoim (SATHIYABAMA & BALASUBRAMANIAM, 1998).

Outro tipo de metabólito com potencial para uso agrônômico são os aminoácidos. Porém, poucos trabalhos científicos são encontrados demonstrando a eficácia destes produtos, relatando resultados ainda controversos (CASTRO *et al.*, 2009). Gazola *et al.* (2014), ao utilizarem um produto à base de aminoácidos e, aplicado de forma suplementar à adubação nitrogenada, não observaram influências nas características agrônômicas avaliadas, nem no desempenho produtivo da cultura do milho. Por outro lado, Picolli *et al.* (2009), ao estudarem a aplicação de produtos à base de aminoácidos como tratamento de sementes e na fase de perfilhamento na cultura do trigo, concluíram que esses produtos proporcionaram não apenas ganhos significativos em produtividade de grãos, mas também benefícios à cultura em situações adversas ao clima.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido em condições de campo, durante os meses de outubro de 2016 até abril de 2017, em uma propriedade rural localizada no município de Ponte Alta-SC, na localidade de Faxinal Paulista. O clima da região é caracterizado de acordo com a classificação de Koppen como Cfb, (mesotérmico úmido com inverno chuvoso e verão ameno), onde a média de precipitação anual é de 1.479,7 mm. O local do experimento está a 897 metros de altitude em relação ao nível e nas coordenadas geográficas 27°39'83" de latitude sul e 50°46'60" de longitude oeste.

O solo é classificado como um Cambissolo Húmico e o relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). No Quadro 1, apresenta-se o perfil de fertilidade encontrado na análise química do solo na camada de 0 a 0,2 m de profundidade:

Quadro 1: Resultados encontrados na análise de solo da área experimental.

Macronutrientes			
P (Melich)	K	Ca	Mg
5,68 mg/dm ³	0,23 cmol _c /dm ³	6,66 cmol _c /dm ³	2,48 cmol _c /dm ³
MO	59,86 g/dm ³	Acidez	
SB	9,37 cmol _c /dm ³	H + Al	Al
V%	56,55	7,2 cmol _c /dm ³	0,0 cmol _c /dm ³
pH SMP	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	CTC pH 7
5,5	5,6	5	16,57 cmol _c /dm ³

As atividades foram desenvolvidas em colaboração com a Empresa Total Biotecnologia, com sede no município de Curitiba – Paraná, que forneceu o inoculante e os bioestimulantes utilizados no presente experimento. Também como parceira nesse

experimento, menciona-se a participação da empresa Cultivar, localizada no município de Curitiba -SC, que cedeu a área para cultivo, a preparação da área, as sementes de milho, os equipamentos para semeadura, a adubação e os tratamentos fitossanitários. A UFSC também contribuiu como parceira para a realização deste trabalho, pois concedeu toda a estrutura de laboratório para os trabalhos de preparação das sementes e análise dos resultados obtidos em campo.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento seguiu as recomendações do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) de acordo com a Instrução Normativa N° 13 de 25/03/2011 onde o mesmo foi delineado no esquema de blocos casualizados com 8 tratamentos e 5 repetições. Cada parcela experimental foi estabelecida com o tamanho de 6,5m de comprimento por 4,5m de largura, totalizando 29,25m² por parcela, espaçadas entre si por 1 m. O espaçamento entre blocos, igualmente, foi de 1m.

Os tratamentos foram definidos da seguinte forma:

T1: testemunha, sem adubação nitrogenada em cobertura;

T2: 75% da dose de N em cobertura (300 kg de uréia/ha);

T3: 100% da dose de N em cobertura (400 kg de uréia/ha);

T4: 75% de N em cobertura com inoculação (*Azospirillum brasilense*) das sementes na dose de 100ml/60.000 sementes;

T5: 75% de N, produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes (16,96kg);

T6: 75% de N, Produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes (16,96kg) + produto Simetria[®] aplicado na dose de 200ml/ha em pulverização sobre a linha de plantio até V6;

T7: 75% N, Produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes (16,96kg) + Produto Stamina[®] aplicado na dose de 200ml/ha em pulverização sobre a linha de plantio até V6;

T8: 75% N, Produto RAIZ[®] líquido aplicado na dose de 100ml para 60.000 sementes (16,96kg) + os produtos Stamina[®] e Simetria[®] aplicados na dosagem de 200ml/ha cada, em pulverização sobre a linha de plantio até V6.

O inoculante à base de *Azospirillum brasilense*, o qual possui o nome comercial de AzoTotal[®] (Figura 1), é composto pelas estirpes AbV5 e AbV6. A concentração de bactérias no referido produto é de $2,0 \times 10^8$ UFC/mL. Possui registro no MAPA sob o número PR-93923 10074-1. Este produto possui ação na fixação de nitrogênio atmosférico, como também atua na produção de fitormônios que são essenciais no desenvolvimento da planta, tornando o sistema radicular mais vigoroso, auxiliando na absorção de água e nutrientes.

Figura 1. Embalagem do Inoculante a base de *Azospirillum brasilense*, com nome comercial de AzoTotal[®], produzido pela empresa Total Biotecnologia.



Fonte: Autor

O produto Raiz[®] (Figura 2), desenvolvido pela Total Biotecnologia, possui registro no MAPA sob o número PR-93923 10097-1. De acordo com a empresa fabricante, é um fertilizante composto por nutrientes essenciais para as fases iniciais de desenvolvimento da plântula e dos microrganismos, possuindo também função osmoprotetora e antioxidante, mantendo a viabilidade dos produtos biológicos. Ainda, este produto é sintetizado a partir da ação anaeróbia e fermentação de *Azospirillum brasilense*, contendo também alguns reguladores vegetais como ácido indolacético, etileno e auxinas que também atuam na promoção de crescimento das plantas.

Figura 2. Produto comercial Raiz[®], produzido pela empresa Total Biotecnologia.



Fonte: Autor

Utilizaram-se dois fertilizantes foliares, também produzidos pela Total Biotecnologia, sendo os produtos Simetria[®] e o Stamina[®] (Figura 3). O primeiro é um fertilizante composto por biopolímeros como a quitosana, capaz de atuar desencadeando processos hormonais nas plantas, com o registro no MAPA sob o número PR-93923 10098-9. O segundo é um produto a base de aminoácidos, capaz de agir metabolicamente nas plantas. Seu uso está relacionado principalmente com a capacidade destes metabólitos em deixar as plantas menos sensíveis a fatores ambientais que possam interferir em seu desenvolvimento. O produto Stamina[®], por sua vez, apresenta registro no MAPA n° PR-93923 10095-4.

Figura 3. Produto comercial Simetria® (A) e Stamina® (B), utilizados para aplicação foliar.



Fonte: Autor

O preparo da área foi realizado com a dessecação do cultivo de aveia preta, seguida da adubação de acordo com os interesses do produtor e também conforme a recomendação da análise química do solo, previamente realizada. Para determinar o número de microrganismos diazotróficos presentes na área, foram coletadas amostras de solo em diferentes pontos e encaminhadas para o laboratório de solos da EMBRAPA SOLOS (RJ), onde determinou-se esse número através da técnica do Número Mais Provável (NMP) de microrganismos.

A semeadura foi realizada no dia 16 de outubro de 2016, com uma semeadora de 9 linhas com sistema de plantio direto na palha. O espaçamento utilizado foi de 50cm entre linhas, sendo distribuídas 3,6 sementes por metro linear. O material genético utilizado foi o híbrido Nidera NS 50 (Figura 4). As sementes foram previamente tratadas pelo produtor, utilizando fungicidas e inseticidas.

Figura 4. Saca de sementes Nidera, utilizadas para a semeadura.



Fonte: Autor

Quanto a adubação, todas as parcelas receberam a mesma adubação de base, com 400 kg. ha⁻¹ da fórmula 9-33-12 (N-P-K). Em se tratando da adubação de cobertura, todas as parcelas receberam 75% (300 kg. ha⁻¹) da dose recomendada para a cultura, com exceção dos tratamentos 1 e 3, os quais receberam 0% e 100% da dose recomendada, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada no dia 10/11/2016, durante o estágio V5/V6. Logo, a fertilização da área foi realizada conforme o manejo que vinha sendo adotado pelo produtor proprietário da área, o que justifica tais quantidades de fertilizantes, na base e/ou em cobertura.

Também é importante ressaltar que ainda antes da semeadura da cultura de inverno, foi realizada a aplicação de 5m³. ha⁻¹ de cama de aviário em toda a área de cultivo. Buscando compreender os teores nutricionais fornecidos pela cama de aviário aplicada na área experimental, traz-se dados de Zhang *et al.* (2002), que avaliando 240 amostras de cama de aviário de frangos de corte encontrou valores médios de 2,8% de N, 2,7% de P e 2,3% de K, com teores de umidade de 23% e pH de 7,1. Ainda, de acordo com Bernhart e Fasina (2009), estes resíduos avícolas apresentam uma baixa densidade,

em torno de 500 kg. m³. Sendo assim, compreende-se que foram aplicados cerca de 2500kg de cama de aviário por hectare, o que forneceu aproximadamente 70kg/ha de N, 67,5kg. ha⁻¹ de P e 57,5 kg. ha⁻¹ de K na pré-semeadura da aveia.

Segundo Argenta *et al.* (2001) e Calegari (2002), a aveia-peta é eficiente na reciclagem de nutrientes, apresenta baixa taxa de decomposição dos resíduos comparado às fabáceas ou leguminosas, em função da alta relação C/N (> 30). No entanto, no caso do nitrogênio (N), que é um elemento muito móvel no sistema, estima-se que 60 a 70% desse nutriente encontrado na biomassa das plantas são reciclados e novamente absorvidos pelas plantas no cultivo seguinte (SPAIN; SALINAS, 1985). Com isso, estima-se que 42 a 49kg de N. ha⁻¹ foram disponibilizados pela palhada da aveia à cultura do milho.

A inoculação com as bactérias *Azospirillum brasiliense* foi realizada com inoculante líquido aplicado diretamente nas sementes. Após a aplicação, as sementes foram homogeneizadas para proporcionar uma maior uniformidade de cobertura com os microrganismos. Esse procedimento foi realizado no momento da semeadura, à sombra, como maneira de prevenção da morte microbiana ocasionada pelos raios solares.

Em relação à aplicação do produto RAIZ líquido, destaca-se que se seguiu um procedimento similar ao de inoculação. O produto foi aplicado pouco antes da semeadura, diretamente sobre as sementes na dose de 100ml para 60.000 sementes (16,96kg) e posteriormente, homogeneizadas.

Em se tratando dos produtos aplicados em pulverização (Simetria e Stamina), utilizou-se um pulverizador para parcelas experimentais de capacidade de 1,0L (Figura 5). As doses aplicadas foram de 200ml/ha para ambos os produtos, diluídos em um volume de calda de 150L/ha, pulverizados sobre a linha de plantio até o estágio fenológico V6. Entende-se que neste estágio de desenvolvimento, as plantas devem apresentar seis folhas com colar visível e a primeira folha com ponta arredondada em senescência. Realizaram-se previamente todos os cálculos para a aplicação dos produtos e preparação da calda a campo, e realizou-se as lavagens do pulverizador com água destilada antes de iniciar a pulverização nas parcelas experimentais.

Figura 5. Pulverizador para parcelas experimentais utilizado para aplicação dos produtos foliares.



Fonte: Autor

Figura 6. A) Momento da semeadura/implantação do experimento. B) Aplicação dos tratamentos em pulverização, com auxílio do pulverizador manual.



Fonte: Autor

Figura 7. Desenvolvimento da cultura com aproximadamente 50 dias após a semeadura.



Fonte: Autor

Figura 8. Área de bordadura do experimento, aproximadamente 50 dias após a semeadura.



Fonte: Autor

Figura 9. Espaçamento entre as parcelas do experimento.



Fonte: Autor do trabalho

3.3 COLETA DE DADOS E AVALIAÇÕES

Os parâmetros avaliados foram: altura das plantas (cm), ponto de inserção da primeira espiga (cm), nitrogênio total da parte aérea (mg/kg), massa da parte aérea seca (g), nitrogênio total nos grãos (mg/kg) e produtividade (kg/ha).

Durante o estágio R1 (Figura 10), utilizando tesourões de poda, foram coletadas 06 plantas por parcela e transportadas até o Campus da UFSC-Curitiba. Com auxílio de uma trena, determinaram-se a altura das plantas desde o nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira e a altura do ponto de inserção da primeira espiga, medindo-se a distância compreendida entre a base da planta até o ponto de inserção da primeira espiga.

Figura 10. Cultura do milho no Estádio R1 (embonecamento e polinização).



Fonte: Autor

Também no estágio R1, realizou-se a determinação da massa da parte aérea seca, a partir das mesmas 06 plantas previamente coletadas para a determinação da altura. Primeiramente as plantas foram trituradas individualmente e pesadas separadamente. Em seguida, as seis plantas de cada repetição foram misturadas e retirou-se uma amostra para determinar o peso seco. Esta amostra foi então pesada (peso verde) e encaminhada para estufa de circulação de ar forçada para secagem e obtenção do peso seco, possibilitando a determinação da umidade média em cada parcela. Ressalta-se que a secagem foi realizada em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até peso constante. A massa de cada amostra seca foi então determinada e assim o cálculo do percentual de umidade foi realizado. Este valor foi tomado como base para determinação da massa da parte aérea seca de cada planta.

A análise de nitrogênio na parte aérea foi realizada pelo método da digestão nítrico-perclórica e titulação de acordo com Tedesco *et al.* (1995) durante o estágio R1. O material vegetal utilizado nesta análise foi o terço central da folha oposta à primeira espiga, coletado em 06 plantas de cada parcela.

A produtividade foi avaliada pela colheita e pesagem dos grãos da área útil total de cada parcela, consistindo nas quatro linhas centrais, dispensando-se 1 metro em cada cabeceira. Esta variável foi determinada em kg.ha⁻¹, com correção da umidade para 13%.

Por fim, o teor de nitrogênio nos grãos foi também verificado pelo método da digestão nítrico-perclórica e titulação segundo a metodologia de Tedesco *et al.* (1995), realizada após a colheita dos grãos e determinação da produtividade.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa computacional R Statistical e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ALTURA TOTAL, ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA ESPIGA E MASSA DA PARTE AÉREA SECA.

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios correspondentes às avaliações de altura, ponto de inserção da primeira espiga e massa seca da parte aérea.

Tabela 1: Valores médios de altura total, altura de inserção da primeira espiga e massa da parte aérea seca de plantas de milho submetidas aos tratamentos. Curitiba, SC, safra 2016/2017.

Tratamentos	Altura total (m)	Altura de inserção da primeira espiga (m)	Massa da parte aérea seca (g)
1	2,57 a *	1,44 a	205,20 ns**
2	2,59 a	1,43 a	199,26
3	2,54 a	1,41 a	213,42
4	2,51 a	1,41 a	218,04
5	2,33 b	1,20 b	225,36
6	2,30 b	1,18 b	226,07
7	2,33 b	1,17 b	223,33
8	2,32 b	1,16 b	234,83
Média	2,43	1,30	218,19
CV %	3,3	5,41	11,9

* = Os valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

**ns = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pela ANOVA.

De acordo com a Tabela 1, os valores encontrados para as variáveis altura total de plantas e altura de inserção da primeira espiga diferiram entre os tratamentos avaliados. Sendo assim, pode-se observar que os tratamentos T1, T2, T3 e T4 se demonstraram superiores para ambas as variáveis. Os valores médios para altura total de plantas e altura de inserção da primeira espiga foram de 2,43m e 1,30m, respectivamente. Ainda, de acordo com a Tabela 1, percebe-se que em relação a massa da parte aérea seca não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, onde obteve-se uma média geral de 218,19g por planta.

Este trabalho foi conduzido com base na hipótese de que os tratamentos com bioestimulantes poderiam proporcionar incrementos na altura de plantas e altura de inserção da primeira, assim como na massa da parte aérea seca. Porém, os resultados obtidos não confirmaram esta hipótese, pois a cultura do milho apresentou resposta contrária à esperada. Os tratamentos que não receberam nenhuma aplicação de qualquer fórmula de produto bioestimulante foram os que apresentaram melhor resposta para as variáveis apresentadas na Tabela 1.

Tratando-se do uso de bioestimulante, é conhecido que os efeitos da aplicação destes produtos são significativos quando as plantas são submetidas a determinadas condições de estresse, seja ele de caráter biótico ou abiótico. É provável que os níveis de estresse aqui averiguados durante o período experimental, não foram suficientes para que os produtos expressassem o seu verdadeiro potencial sobre a altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e a massa da parte aérea seca.

Outros estudos revelam dados contrastantes com o do presente experimento. A altura de plantas e de inserção da espiga, assim como os números de fileiras por espiga, de grãos por fileira, de grãos por espiga e a massa de 100 grãos do milho irrigado não foram afetados pelos tratamentos com extratos de algas aplicados via foliar, tanto com uma quanto com duas aplicações.

Galindo *et. al* (2015), ao avaliar o desempenho agrônomo de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas, observou que as alturas de planta e de inserção da espiga não foram afetadas pelos tratamentos aplicados via foliar, tanto com uma quanto com duas aplicações. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Benlamon (2008) com a cultura do trigo, onde o uso de biestimulante não proporcionou incrementos na estatura das plantas.

Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira *et. al* (2016) ao avaliar a altura de plantas, onde obtiveram aumento linear na ordem de 0,765 cm por acréscimo unitário nas doses do biorregulador Stimulate®, com aumento de 15,9% em relação aos tratamentos sem a presença do bioestimulante. De acordo com Taiz e Zeiger (2009), aplicações de auxina e giberelina (ambos os presentes no Stimulate®) promovem o crescimento longitudinal do caule de diversas espécies, atuando tanto no alongamento como na divisão celular e, dessa forma, promovendo o crescimento das plantas.

Em um experimento realizado em casa de vegetação no Tocantins, Santos *et. al* (2013) utilizaram três bioestimulantes de forma isolada e em diferentes combinações, onde avaliaram a altura de plântulas, diâmetro do caule, área foliar, massa seca das folhas,

massa seca do caule e massa seca das raízes, concluindo que os bioestimulantes resultam em efeitos positivos na maioria das características fisiológicas das plantas.

Santos e Vieira (2005), avaliando o bioestimulante Stimulate® (0,009% de citocinina, 0,005% de ácido giberélico, 0,005% de ácido indolbutírico e 99,981% de ingredientes inertes) aplicado via sementes, observaram que o produto é capaz de originar plantas de algodoeiro mais vigorosas, com maior comprimento, massa seca e percentagem de emergência. Em trabalho realizado por Luviseto *et. al* (2016), também testando o bioestimulante Stimulate®, porém em diferentes doses na cultura do milho, observaram que a estatura de plantas de milho no estágio fenológico V6 foi influenciada e diferiu da testemunha, passando de 84,3cm para 90,5cm na dosagem de 400ml.ha⁻¹.

Gazola, Zucareli e Silva (2017), ao trabalharem com a aplicação foliar de um produto à base de aminoácidos e nutrientes orgânicos originados da proteína colagênica animal, observou que o produto não afetou as variáveis analisadas na cultura do trigo, exceto para o número de grãos. O mesmo foi observado com a cultura do por Ciotti *et al.* (2008). Ao submeterem a cultura a pulverizações foliares com o produto comercial Agropex (doses de 0; 0,5; 1,5; 2 L ha⁻¹), em Marau-RS, concluíram que o uso do produto à base de aminoácidos não trouxe ganhos produtivos e morfológicos para as plantas. A altura de planta, número de plantas por m² e a produção de massa seca não tiveram diferenças significativas. Esses dados corroboram os de Gazola *et al.* (2014), que ao aplicarem de maneira isolada o produto à base de aminoácidos, de forma suplementar à adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha, em Londrina-PR, não obtiveram respostas positivas nas características agrônômicas da cultura.

No que se relaciona à inoculação com *Azospirillum brasilense*, discute-se resultados apresentados por Muller *et al.* (2012), que ao testarem a eficiência de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho no tratamento de sementes e também no sulco de semeadura, não observaram diferenças entre os tratamentos para o parâmetro de altura de plantas. Outros autores também observaram ausência de efeito significativo quanto à utilização de *A. brasilense* na cultura do milho para esta variável (BOTIN *et al.*, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2014). Com relação à altura de inserção da espiga, Portugal *et al.* (2012) obtiveram resultados divergentes dos aqui apresentados, onde o inoculante a base de *A. brasilense* aplicado via foliar favoreceu uma maior altura de inserção de espiga, com um ganho de 7,3 cm quando comparado ao não inoculado para o tratamento sem adição de nitrogênio. Em contraste com os resultados deste trabalho, Quadros *et al.* (2014) verificaram que a inoculação de milho com *Azospirillum brasilense* aumentou o

rendimento de matéria seca da parte aérea em 4,8 t ha⁻¹ em relação ao tratamento não inoculado.

Amaral (2017), realizou dois experimentos, um em laboratório e outro em condições de casa de vegetação. O autor avaliou os efeitos do uso do inoculante à base de *Azospirillum brasilense* associado ou não ao uso de bioestimulantes de crescimento vegetal na cultura do milho e, também não verificou diferenças significativas entre os tratamentos para a altura de plantas e massa seca da parte aérea.

Sabe-se que plantas maiores tendem a apresentar maiores produtividades pelo fato de sofrerem menor estresse durante o desenvolvimento e acumular maiores quantidades de reserva no colmo (SILVA *et al.*, 2006). Contudo, a maior estatura de plantas e a inserção da espiga no colmo contribuem para o aumento do acamamento da cultura (BRACHTVOGEL *et al.*, 2012), dependendo das características do material genético. A deficiência de nitrogênio é responsável por retardar a divisão celular nos pontos de crescimento do milho, resultando em redução na área foliar e no tamanho das plantas, com reflexos negativos sobre a produção (FANCELLI e DOURADO NETO, 2008). No entanto, pelos fatores da adubação aplicada e do fornecimento de nutrientes ao solo advindos da cama de aviário, somada a boa disponibilidade hídrica ocorrida no período, compreende-se que as plantas do presente estudo não foram submetidas a carências nutricionais durante o desenvolvimento do experimento.

4.2 NITROGÊNIO DA PARTE AÉREA

Tabela 2: Resultados da análise de nitrogênio da parte aérea em resposta à aplicação de inoculante (*A. brasiliense*) e bioindutores na cultura do milho.

Tratamentos	Teor de N na parte aérea (g/kg de massa seca)
1	24,98 ns**
2	26,53
3	25,16
4	21,10
5	24,38
6	22,92
7	24,43
8	23,54
Média	24,13
CV %	8,3

** ns = Não significativo pela ANOVA ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 2, verifica-se a variável teor de N na parte aérea não foi influenciada pelo emprego ou não do inoculante e/ou dos produtos bioindutores. Houve ausência de significância nos resultados encontrados para os teores de N foliar, encontrando-se um valor médio de 24,13 g de N/kg de massa seca.

Alguns fatores ou elementos podem estar relacionadas com o fato de não se obter diferenças entre os tratamentos apresentados na Tabela 2. Entre eles, pode-se citar o híbrido de milho utilizado, o qual pode não ser tão responsivo aos parâmetros vegetativos para os diferentes tratamentos utilizados. Além disso, o ambiente pode ter exercido influência sobre os microrganismos *A. brasiliense*, que possivelmente não encontraram condições propícias para se estabelecer, tais como aquelas relacionadas ao clima, ou ainda quanto à fatores ligados às condições do solo como a acidez, por exemplo.

Para o teor de nitrogênio da parte aérea (Tabela 2), se observa que os teores de N ficaram um pouco abaixo da faixa adequada. Malavolta (2006) quantificou o teor de N foliar adequado entre 28 a 35 g. kg⁻¹. Segundo Kluge (2016), os reguladores vegetais possibilitam o aumento na absorção de nutrientes, água e influenciam na atividade

hormonal das plantas. No entanto, mesmo com aplicação dos produtos bioindutores, os valores aqui encontrados mostram-se abaixo da faixa adequada.

Outros trabalhos já realizados encontraram resultados semelhantes. Martins *et al.* (2016), ao testarem o desempenho agrônômico da cultura do milho em função do tratamento de sementes com o inoculante Azo Total® (*Azospirillum* spp) com o bioestimulante Stimulate® e com o fertilizante líquido Cellerate®, individualmente e em combinação, verificaram que os produtos utilizados não influenciam nos teores de nitrogênio foliar em plantas de milho.

Resultados similares foram encontrados em experimento realizado por Kluge (2016), no município de Cândói-PR no ano de 2013. O autor avaliou a eficiência da inoculação de *Azospirillum brasilense* associada ao regulador vegetal Stimulate®, utilizando diferentes doses de adubação nitrogenada na cultura do milho. Por sua vez, este autor observou que o uso do regulador vegetal não proporcionou respostas com relação a folhas senescentes e teor de N foliar. Ainda, ao avaliar teor médio de N foliar nos estádios de florescimento da cultura, o autor observou que o teor de N disponível aumenta de forma quadrática conforme as doses crescentes de adubação nitrogenada, obtendo-se o valor máximo de 38 g de N. kg⁻¹ com a utilização da dose de 236 kg. ha⁻¹ de N. Logo, isso justifica-se pela maior disponibilidade de N para as plantas ocasionadas pela adubação.

Amaral (2017), também não verificou diferenças significativas entre os tratamentos para os teores de N total da parte aérea. A autora avaliou em condições laboratoriais e em casa de vegetação os efeitos do *Azospirillum brasilense* associado ou não ao uso de bioestimulantes na cultura do milho.

4.3 PRODUTIVIDADE E TEORES DE NITROGÊNIO NOS GRÃOS

Tabela 3: Resultados da análise de produtividade de grãos e dos teores de nitrogênio nos grãos em resposta à aplicação de inoculante (*A. brasiliense*) e bioindutores na cultura do milho.

Tratamentos	Produtividade (kg/ha)	N nos grãos (g/kg)
1	12209,79 b *	11,93 ns**
2	13349,55 b	15,05
3	12784,44 b	11,04
4	14086,12 a	12,88
5	14265,93 a	14,04
6	14966,05 a	13,10
7	14817,75 a	13,44
8	14485,13 a	12,87
Média	13870,59	13,04
CV %	10,56%	9,91

* = Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

** ns = Não significativo pela ANOVA ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3, verifica-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos para a variável produtividade de grãos. Observa-se que a variável foi influenciada pelos diferentes tratamentos, onde se destacou o tratamento 6, que diferiu estatisticamente em relação à testemunha, expressando uma produtividade 18,4% superior, com ganho de 2.756,26kg. ha⁻¹. Ainda, o tratamento 6 apresentou produtividade de 2.181,61kg. ha⁻¹ a mais, quando comparado com o cultivo comumente empregado pelos produtores (T3). Nota-se, portanto, que a combinação do tratamento de sementes com o produto Raiz[®] e o produto Simetria[®] aplicado via foliar mostrou-se eficiente para promover ganhos produtivos para a cultura do milho.

Nota-se que para o tratamento 4, a aplicação de *A. brasiliense* resultou em um ganho de produtividade em relação aos tratamentos 1, 2 e 3 de 1.876,33 kg. ha⁻¹, 736,57 kg. ha⁻¹ e 1.301,68 kg. ha⁻¹, respectivamente. Portanto, comparando-se individualmente o

tratamento com *A. brasiliense* + 75%N (T4) com o tratamento controle com 100% de N (T3), fica claro que, além de possibilitar reduzir a adubação nitrogenada em 33,77 kg. ha⁻¹ de N (75 kg de ureia), o emprego da técnica de inoculação com *A. brasiliense* eleva produtividade em 10,18% em relação a forma de trabalho comumente utilizada pelos produtores (100% de N).

Logo, essa informação confirma as respostas similares encontradas por outros autores, demonstrando que esta técnica pode ser encarada como capaz de aumentar a produtividade da cultura do milho. Conforme o trabalho citado por Bárbaro, Brancalião e Ticelli (2008) o *Azospirillum* poderia substituir em até 50% a dose de nitrogênio. Com isso, apresentam-se os resultados encontrados por Gai (2015), que ao comparar o tratamento de *Azospirillum* + 80 kg ha⁻¹ de N com o tratamento 120 kg ha⁻¹ de N, obteve uma contribuição de 33% da dose de N à cultura, provavelmente proporcionada pela fixação biológica realizada pelos microrganismos. Em tese, este valor encontra-se próximo ao observado nesse estudo.

Em um estudo realizado a campo por Fukami *et al.* (2016), avaliando diferentes métodos de inoculação com *A. brasilense*, verificaram que os tratamentos aplicados em pulverização foliar com duas e quatro doses de inoculante, associados a 75% de N, promoveram ganhos de 773 e 439 kg. ha⁻¹, respectivamente em relação ao tratamento controle com 100% da dose de nitrogênio. Resultados similares de ganho em produtividade em função do uso de *A. brasilense* na cultura do milho foram também obtidos por Portugal *et al.* (2012). Estes os autores encontraram um aumento de 14,75% na produção de grãos em comparação ao tratamento sem inoculação.

No entanto, existem estudos onde os tratamentos com a inoculação com *A. brasiliense* não apresentaram ganhos em produtividade. Como exemplo disso, cita-se o experimento realizado por Müller *et al.* (2012), onde os autores avaliaram a produtividade do milho em resposta a inoculação de *Azospirillum brasilense* no tratamento de sementes e também no sulco de semeadura, com diferentes doses, comparando-os ao tratamento controle, onde não verificaram diferenças significativas. Mascarello e Junior (2015) observaram a ausência de ganhos em produtividade ao utilizar a inoculação de sementes de milho com *A. brasilense*. Também, o mesmo foi constatado por Basi (2013), onde o autor não verificou incrementos significativos na produtividade do milho, quando submetido aos tratamentos de inoculação com *A. brasiliense* na semente e no sulco de semeadura.

Fazendo uso de bioestimulantes, destaca-se que existem poucos trabalhos com resultados representativos que combinam o uso de adubo nitrogenado com reguladores na cultura do milho. Cobucci, Curuck e Silva (2005) aplicando o produto Stimulate® via sementes e via foliar, nas fases V4, R5 e R7 na cultura do feijão, observaram efeito positivo na produtividade da cultura. Rossi (2011), em dois anos de cultivo, testando doses e modos de aplicação de reguladores vegetais e doses crescentes de nitrogênio em cobertura, em feijoeiro de inverno irrigado, observou que para produtividade de grãos houve diferenças entre as doses de reguladores vegetais, efeitos das doses de nitrogênio e interação entre os dois fatores para o ano de 2009. Os resultados indicam possível interação entre o adubo nitrogenado e os reguladores vegetais para a produtividade de grãos de feijão, quando observou que, utilizando a dose mais alta de nitrogênio em cobertura (105 kg ha⁻¹) juntamente com 0,5 e 1,0 L do produto comercial do regulador vegetal, ocorreram acréscimos de 8,47% e 16,44% respectivamente, em relação à testemunha.

Picolli *et al.* (2009), ao estudar a aplicação de produtos à base de aminoácidos como tratamento de sementes e na fase de perfilhamento na cultura do trigo, concluíram que esses produtos proporcionaram não apenas ganhos significativos em produtividade de grãos, mas também benefícios à cultura em situações adversas ao clima, como o déficit hídrico. Contudo, o déficit hídrico ocorrido no trabalho de Picolli *et al.* (2009) ocorreu algum tempo após a aplicação do produto, permitindo a resposta da planta ao mesmo.

Ao verificar a alta produtividade alcançada no Tratamento 6, presume-se que este resultado seja advindo parcialmente da presença da quitosana no produto Simetria®, coincidindo com os resultados de outros autores. Guan *et al.* (2009), observou efeitos positivos da quitosana na produtividade do milho. Outras culturas, como o arroz, feijão mungo, trigo, café e quiabo (BOONLERTNIRUN; BOONRAU; SUVANASARA, 2008; DZUNG; KHANH; DZUNG, 2011; MONDAL *et al.*, 2012; MONDAL *et al.*, 2013; TOURIAN *et al.*, 2013) também possuem aumento da produção quando tratadas com produtos que contenham a quitosana em suas formulações.

Em contrapartida, existem dados de experimentos, nos quais o uso de bioestimulantes não influenciou na produtividade das culturas. Em experimento realizado por Kolling *et al.* (2016) no município de Lages, SC, trabalhando com a presença ou ausência do tratamento de sementes com o bioestimulante Stimulate®, constataram que o mesmo não mitigou os prejuízos ao rendimento de grãos do milho ocasionados pela distribuição espacial irregular das plantas na linha de semeadura.

Ferreira *et al.* (2007) também não detectaram diferenças significativas na produtividade do milho em função da aplicação de bioestimulante na semente de milho. Resultados semelhantes foram obtidos por Benlamon (2008) na cultura de trigo, onde não observaram incrementos no peso médio de grãos por espiga e no rendimento de grãos.

Vorpagel (2010), testando a inoculação de *Azospirillum*, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do Rio Grande do Sul, observou ausência de efeitos significativos nos parâmetros de produtividade da cultura, tais como o rendimento de grãos, na massa de mil grãos, massa de grãos da espiga, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira. Luviseto *et al* (2016) ao testar o bioativador Nobrico Star TS® em três doses, nas concentrações de 150 ml. ha⁻¹, 250 ml. ha⁻¹ e 400 ml. ha⁻¹, não verificaram diferenças significativas para a produtividade de grãos.

Tratando-se dos fatores nutricionais, é sabido que nitrogênio exerce funções relevantes no metabolismo vegetal e é integrante de todos os aminoácidos, fazendo parte da constituição das proteínas. Este nutriente está relacionado ao crescimento e ao rendimento por estar associado ao desenvolvimento dos drenos reprodutivos, além de participar na molécula de clorofila, indispensável para a manutenção da atividade fotossintética (BASI *et al.*, 2011). Deste modo, o N atua no crescimento vegetativo influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, sendo, portanto capaz de promover o acréscimo em altura de plantas e de espigas do milho (Silva *et al.*, 2005).

Percebe-se que, mesmo para o tratamento 1 (controle), obteve-se uma boa produtividade, a qual pode ser considerada bem acima da média nacional e também regional. Este fato aconteceu mesmo sem o uso do inoculante e produtos bioindutores e, na ausência de adubação nitrogenada em cobertura. Vendo isso, ressalta-se que isso pode ter ocorrido por uma ação conjunta de fatores e condições que favoreceram o bom desenvolvimento da cultura.

Alguns aspectos a serem considerados são: o material genético utilizado, com elevado potencial produtivo; os bons níveis de fertilidade e matéria orgânica disponíveis no solo; a ocorrência de condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento das plantas na condução do experimento, seja pelo plantio na época indicada para a região e para o material vegetal, possibilitando um desenvolvimento no fotoperíodo adequado, com boa intensidade luminosa; ou ainda pelas chuvas bem distribuídas no período (Anexo A). A quantidade de nitrogênio residual das culturas de inverno e também da cama de aviário pode ter sido suficiente para sustentar tal produtividade.

O conjunto de práticas realizadas na área de cultivo pode ser também responsável pelos altos rendimentos de grãos nos tratamentos, todos superiores a 12.200kg.ha^{-1} (Tabela 3). Contudo, devido às respostas obtidas em vários trabalhos, a obtenção de doses de nitrogênio adequadas e fazer o uso de tecnologias como a utilização da inoculação de sementes e bioestimulantes vegetais, aplicados via semente e/ou via foliar podem ser de suma importância no sentido de oferecer maior segurança e possibilidade de aumento de produtividade e respectivo lucro aos produtores.

Conforme a Tabela 3, verifica-se que os teores de N nos grãos não foram influenciados pelos tratamentos do presente estudo. Todos os valores encontrados mantiveram-se em uma faixa similar e de pouca amplitude, com uma média geral de $13,04\text{ g.kg}^{-1}$. Destaca-se que estes valores se situam um pouco abaixo aos descritos como adequados ($17,0\text{ g.kg}^{-1}$) por Raij *et al.* (1996). No entanto, verifica-se que a quantidade de N exportada nos grãos pela colheita variou de $159,0\text{ kg.ha}^{-1}$ no tratamento com menor produtividade e $195,15\text{ kg.ha}^{-1}$ de N no tratamento com maior produtividade. Esses dados são de grande valia, vendo que a entrada do N no sistema ocorre por meio da adubação e fixação biológica, enquanto as perdas estão relacionadas a fenômenos de erosão, lixiviação, desnitrificação e remoção pelas colheitas. Logo, torna-se primordial um balanço positivo de N no sistema para que haja acúmulo desse nutriente (SISTI *et al.*, 2004; DIEKOW *et al.*, 2005). Portanto, analisando estes valores, é importante considerar a relação entre as entradas e saídas (extração) do nitrogênio na área de estudo.

Considerando-se que a adubação total é a soma de todas as entradas: cama de aviário ($42 - 49\text{ kg de N.ha}^{-1}$), adubação de base ($36\text{ kg de N.ha}^{-1}$) e cobertura ($135\text{ kg de N.ha}^{-1}$ para o T3 e $101,25\text{ kg de N.ha}^{-1}$ para os tratamentos com 75%N), tem-se um valor aproximado de $213\text{ a }220\text{ kg de N.ha}^{-1}$ para o T3 e $179,25\text{ a }186\text{ kg de N.ha}^{-1}$ para os demais tratamentos. Com isso, afirma-se que houve uma boa correlação e balanço de entradas e saídas do nutriente, sem possíveis preocupações com a redução do estoque do mesmo no solo, ao utilizar as técnicas aqui apresentadas.

Em estudo realizado por Portugal *et al.* (2012), a presença da bactéria *A. brasilense* aplicada via pulverização foliar proporcionou um aumento significativo nos teores de nitrogênio foliar na cultura do milho equivalente a 2,66% em relação ao tratamento controle, e segundo os autores, esse aumento deve ser devido à resposta da fixação biológica de nitrogênio e do aumento de volume do sistema radicular promovido pela bactéria, permitindo desta forma que a planta explore maior volume de solo e consequentemente, maior concentração de N foliar.

De acordo com Lima (2018), o teor de proteína bruta do milho é um indicador calculado a partir da quantidade de nitrogênio total determinada na amostra. O autor relata que uma maior adubação nitrogenada aumenta a absorção de nitrogênio pela planta, elevando o teor de nitrogênio no grão de milho, assim como o teor de proteína bruta. Esse maior nível de nitrogênio é armazenado predominantemente na forma de amônio e nitrato, que não são utilizados por animais monogástricos como as aves. Ou seja, a adubação nitrogenada de cobertura é importantíssima para aumentar a produtividade, mas ela não melhora a qualidade nutricional do grão.

Steffen *et al.* (2014), estudando doses de nitrogênio na cultura do trigo sob efeito de diferentes reguladores de crescimento, observaram que a mesma foi influenciada positivamente apenas pelas doses de N aplicadas no estágio vegetativo + reprodutivo. Os autores verificaram aumento no percentual de proteína total nos grãos, nos dois anos de cultivo, fato que têm relação direta com os teores de N nos grãos, conforme descrito no parágrafo anterior. Em concordância com este resultado, um estudo realizado por Fagherazzi (2015), o tratamento condicionado à maior dose de N, obteve-se um aumento de 0,65% e 0,06% respectivamente, em relação à testemunha.

Deve-se salientar que é mais difícil identificar os efeitos favoráveis dos bioestimulantes quando as plantas são cultivadas num ambiente favorável ao desenvolvimento. Contudo, quando submetidas a condições de estresse, geralmente as plantas tratadas com estes produtos mostram um desempenho superior, pois conseguem desenvolver sistemas de defesa, devido ao incremento do nível de antioxidantes. Logo, destaca-se que a área experimental onde se desenvolveu o presente trabalho, possui bons índices de fertilidade e de matéria orgânica, decorrentes da adoção de um bom sistema de manejo, com adubação adequada, alternância de culturas, manutenção da cobertura de solo e semeadura direta.

Além disso, foram utilizadas boas práticas de manejo, as quais são favoráveis à obtenção de altas produtividades. Ainda, a cama de aviário aplicada na pré-semeadura de inverno pode ter fornecido bons teores de N, P e K, com estimativa de até 49kg de N/ha à cultura do milho. Portanto, isso pode explicar a ausência de divergências para algumas características aqui avaliadas, ou mesmo a presença de resultados contraditórios ou inesperados. Por fim, essa combinação de fatores pode ter mitigado os efeitos positivos dos bioestimulantes sobre o desempenho agrônomo da cultura do milho.

Ainda, quando se pensa na interação das bactérias *Azospirillum brasiliense* com cultura do milho, Roesch *et al.* (2006) relatam que este fator tem relação ao potencial

agronômico, fixação de nitrogênio ou promoção de crescimento, dependendo de muitos fatores bióticos e ambientais, como por exemplo o genótipo da planta, comunidade microbiológica do solo e também da disponibilidade de nitrogênio. Estudos relacionam uma possível inibição da atividade bacteriana em função da utilização de doses elevadas de adubação nitrogenada (HARTMANN, 1989).

Sendo assim, o nitrogênio em excesso pode inibir algumas funções da bactéria, fazendo com que esta não receba estímulos para desempenhar seu papel com grande eficiência. Por isso, o fator adubação merece atenção especial neste experimento, que, possivelmente pode ter mascarado os efeitos das bactérias para essas características, fazendo com que a contribuição dessas na promoção de crescimento fosse inexpressiva. Ainda, pode haver também uma relação com os microrganismos (bactérias) nativas da área estudada.

5 CONCLUSÕES

A técnica de inoculação com *Azospirillum brasiliense* (T4) apresentou-se com potencial de ganho em produtividade em relação a adubação nitrogenada.

O tratamento de sementes com o produto Raiz[®] em combinação com o Simetria[®] mostra-se bastante eficiente, possibilitando maior rentabilidade e também redução dos custos com a adubação na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, B. S. **Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* associada ao uso de bioindutores.** UFSC - Curitibanos 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/177081/TCC_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 01 Set. 2017.
- ARAUJO, A. S. F.; ARAUJO, R. S. Sobrevivência e nodulação de *Rhizobium tropici* em sementes de feijão tratadas com fungicidas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 3, pg 973 – 976, 2006.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; da; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. **Efeitos do manejo mecânico e químico da aveia preta no milho em sucessão e no controle do capim papua.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p.851 - 860, 2001.
- BÁRBARO, I.M; BRANCALÃO, S.R.; TICELLI, M. É possível a fixação biológica de nitrogênio no milho? **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 5, n. 1 Jan-Jun 2008. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2008/2008-janeiro-junho/539-e-possivel-a-fixacao-biologica-de-nitrogenio-no-milho/file.html>>. Acesso em: 29 Abr. 2018.
- BARROS, G. S. A. C.; ALVES, L. R. A. USP-ESALQ. **Visão agrícola.** Nº13, Piracicaba – SP, Jul/Dez 2015. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Esalq-VA13-Milho.pdf>> Acesso em: 08 Jan. 2018.
- BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho.** Dissertação de mestrado – Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2013.
- BASI, S.; NEUMANN, M. MARAFON, F.; UENO, R. K.; SANDINI, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, p.219-234, 2011.
- BERNHART, M.; FASINA, O.O. Moisture effect on the storage, handling and flow properties of poultry litter. **Waste Management**. v.29, p.1392-1398. 2009.
- BOONLERTNIRUN, S.; BOONRAUNG, C.; SUVANASARA, R. Application of chitosan in rice production. **Journal of Metals, Materials and Minerals**, [S. l.], v.18, p. 47-52, 2008.
- CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Revista Agroecologia Hoje**, ano II, n.14, maio a junho de 2002 – Botucatu - SP.
- CASTRO, P.R.C.; SERCILOTO, C.M.; PEREIRA, M.A.; RODRIGUES, J.L.M.; ROSSI, G. **Agroquímicos de controle hormonal, fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical.** Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2009. 83 p. (Série Produtor Rural, nº Especial).
- COBUCCI, T.; CURUCK, F. J.; SILVA, J. G. da. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão – CONAFE, 8., 2005, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 1078-1081.

CONAB. **Séries históricas.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 07 Jan 2018.

CRUZ, J. C. et al. Manejo da Cultura do Milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. **Circular Técnica 87.**

DI PIERO, R. M.; GARDA, M. V. **Quitosana reduz a severidade da antracnose e aumenta a atividade de glucanase em feijoeiro-comum.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.43, n.9, p.1121-1128, set. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n9/04.pdf>> Acesso em: 24 Set. 2017.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P. & KÖGEL-KNABNER, I. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a Southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. **Soil Tillage Res.**, 81:87-95, 2005.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; VIEIRA JR, P. A.; MANFRON, P. A.; MARTINS, T. N.; BONNECARRÈRE, R.A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

DZUNG, N.A.; KHANH, V.T.P.; DZUNG, T.T. Research on impact of chitosan oligomers on biophysical characteristics, growth, development and drought resistance of coffee. **Carbohydrate Polymers**, United Kingdom, v. 84, p. 751-755, 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2º edição. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em: 27 Mai. 2017.

FANCELLI, A. L.; D. DOURADO NETO. Produção de milho. Guaíba: 2.ed., **Agropecuária**. 2008. 360p.

FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho à aplicação de Trinexapac-ethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio.** Lages, SC 2015. Disponível em: <<http://www.tede.udesc.br/bitstream/tede/1402/1/PGPV15MA175.pdf>>, Acesso em: 22 Abr. 2018.

FIESP. Safra mundial de milho. **Portal Fiesp.** Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/>> Acesso em: 08 Jan. 2018.

FRANCO, L. O.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, N. P.; CAMPOS-TAKAKI, G.M. Cunninghamella elegans (IFM 46109) como fonte de quitina e quitosana. **Revista analítica**. 3 4-40. 2005.

GAI, B. R. C. **Avaliação do gênero *Azospirillum* em diferentes níveis de nitrogênio em cobertura na cultura do milho (*Zea mays* L.).** Ijuí Agosto – 2015. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3349/TCC%20Bruno%20Rafael%20Casarin%20Gai.pdf?sequence=1>>, Acesso em: 21 Abr. 2018.

GALINDO, F.S. *et. al.* Desempenho agrônomo de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v.9, n.1, p.13-19, mar. 2015.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA R. R.; FONSECA I. C. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.18, n.7, p.700–707, 2014.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, D.; SILVA, R.R. Aplicação foliar de aminoácidos como suplemento à adubação nitrogenada em cultivares de trigo. Jaboticabal, SP. **Revista Científica**, v.45, n.2, p.182–189, 2017.

GIEHL, A. L. *et. al.* **Boletim agropecuário**. Epagri/CEPA, Pg 14-18. Florianópolis, SC, dez. 2017. Disponível em: <http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuário/boletim_agropecuário_n55.pdf> Acesso em: 09 Jan. 2018.

GUAN, Y.J. *et al.* Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. **Journal of Zhejiang University Science B**, [S. l.], v. 10, p. 427-433, 2009.

HARTMANN, A. Ecophysiological aspects of growth and nitrogen fixation in *Azospirillum* spp. **Plant Soil**. 1989;110:225–38.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.

KLUGE, F. T. R. **Efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* associado à reguladores vegetais em milho, utilizando diferentes doses de nitrogênio**. Guarapuava-PR 2016. Disponível em: <http://www.unicentroagronomia.com/imagens/noticias/dissertacao_fabielei_t_da_rosa_kluge.pdf>, Acesso em 27 Mar. 2018.

KOLLING, D. F. *et al.* Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.46, n.2, p.248-253, fev, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v46n2/1678-4596-cr-46-02-00248.pdf>>. Acesso em 18 Abr. 2018.

LUVISETO, A. *et al.* **Doses de bioativador e desenvolvimento de milho**. Faculdades IDEAU, Rio Grande do Sul, 2016.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p

MARTINS, D. C.; BORGES, I. D.; CRUZ, J. C.; NETTO, D. A. M. Produtividade de duas cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes fertilizantes líquidos e *Azospirillum* sp. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.15, n.2, p. 217-228, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1053705/1/Produtividadeduas.pdf>>, Acesso em: 02 Abr. 2018.

MASCARELLO, G.; JÚNIOR, L. A. Z. Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. **Revista cultivando o saber**. Edição especial p. 46-55, 2015.

MAZZUCHELLI, R. C. L.; SOSSAI, B. F.; ARAUJO, F. F. Inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n.2, p.40-47,2014.

MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; CUNHA, M. H. **20 Perguntas e respostas sobre a fixação biológica de nitrogênio**. Documentos 281, Embrapa. Planaltina, DF. 2010. Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2010/doc/doc_281.pdf>, Acesso em: 02 Abr. 2017.

MÜLLER, T. M.; BAZZANEZI, A. N.; VIDAL, V.; TUROK, J. D. N.; RODRIGUES, J. D.; SANDINI, I. E. **Inoculação de *Azospirillum brasilense* no Tratamento de Sementes e Sulco de Semeadura na Cultura do Milho**. Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO – Guarapuava, PR. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO – Águas de Lindóia – 26 a 30 de agosto de 2012.

MONDAL, M.M.A et al. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. **Australian Journal of Crop Science**, Australia, v. 6, p. 918-921, 2012.

MONDAL, M.M.A. et al. Foliar application of chitosan improves growth and yield in maize. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Finlândia, v. 11, p. 520-523. 2013.

OLIVEIRA F. A. et. al. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**. V. 47, n. 2, p. 307-315, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v47n2/1806-6690-rca-47-02-0307.pdf>>. Acesso em: 10 Abr. 2018.

PERIN, L.; SILVA, M.F da; FERREIRA, J.S.; CANUTO, E.L.; MEDEIROS, A.F.A.; OLIVARES, F.L.; REIS, V.M. Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. **Revista Agronomia**, Seropédica, vol. 37, n.2, p. 47-53, 2003. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/revista/Vol.%2037%20>>. Acesso em 29 de outubro de 2009.

PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVAR, A.; BELLAVAR, A. Aplicação de produtos a base de aminoácidos na cultura do trigo. Cascavel: **Cultivando o saber**, v.2, p.141-148, 2009.

QUADROS, P. D. et al. Desempenho agrônomo em campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.2 p. 209-218, mar/abr, 2014.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

ROESCH, L. F. W.; OLIVARES, F. L.; PASSAGLIA, L. P. M.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S de; CAMARGO, F. A. O. **Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply**. World Journal of Microbiology & Biotechnology, Dordrecht, v. 22, n. 9, p. 967-974, 2006.

SANTOS, V. M. et. al. Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de *Zea mays* L. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 307-318, 2013.

SANTOS, C. M. G.; VIEIRA, E. L. Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 124-130, 2005.

SATHIYABAMA, M.; BALASUBRAMANIAM, R. Chitosan induces resistance components in *Arachis hypogaea* against leaf rust caused by *Puccinia arachidis*. **Crop Protection**, v.17, p.307-313, 1998.

SILVA, E. C. DA; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.353-362, 2005.

SILVA, A. D.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. DE; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, p.75-88, 2006.

SPAIN, J. M.; SALINAS, J. G. **A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1985, Ilhéus. Anais... Ilhéus: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, 1985. p. 259-299.

SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. & BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. **Soil Tillage Res.**, 76:39-58, 2004.

STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M.; FRANCO, L. O. Produção, propriedades e aplicações da quitosana na agricultura e no ambiente in Figueiredo, M. V. B.; Burity H. A. Stamford, N. P.; Santos, CERS. Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. 1ed, Guaíba, **Agrolivros**, 568p. 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, p.1016-1024, 1979.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 174p. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TOURIAN, N. et al. Change in photosynthetic pigment concentration of wheat grass (*Agropyron repens*) cultivars response to drought stress and foliar application with chitosan. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, [S. l.], v. 4, p. 1084-1091, 2013.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F.; CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia**. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

VIANA, G. Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos. **Agrolink**. 2015. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/culturas/soja/artigo/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos_212384.html>. Acesso em: 15 Jan. 2018.

VORPAGEL, A. G. **Inoculação de *Azospirillum*, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do RS**. Ijuí – RS. Jul. 2010. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/643/TCC%20ALMI%20R%20COMPLETOx.pdf?sequence=1>>, Acesso em: 29 Abr. 2018.

ZHANG, H.; SMOLEN, M.E. & HAMILTON, D. Poultry Litter Quality Criteria. v.14, no 24. Production technology, Department of Plant and Soil Sciences. Oklahoma cooperative extension service, 2002.

ANEXOS

Anexo A: Informações da precipitação pluviométrica da região de Curitiba durante o período de condução do experimento (outubro de 2016 a abril de 2017).

Outubro	Chuva (mm)	Novembro	Chuva (mm)	Dezembro	Chuva (mm)	Janeiro	Chuva (mm)
01/10/2016	0,0	01/11/2016	0,2	01/12/2016	0,0	01/01/2017	4,4
02/10/2016	0,6	02/11/2016	3,2	02/12/2016	0,0	02/01/2017	0,4
03/10/2016	0,0	03/11/2016	0,0	03/12/2016	33,0	03/01/2017	0,6
04/10/2016	0,0	04/11/2016	0,0	04/12/2016	3,0	04/01/2017	30,8
05/10/2016	23,6	05/11/2016	0,0	05/12/2016	0,0	05/01/2017	36,0
06/10/2016	33,0	06/11/2016	0,0	06/12/2016	0,2	06/01/2017	4,8
07/10/2016	0,2	07/11/2016	0,0	07/12/2016	0,4	07/01/2017	10,6
08/10/2016	0,2	08/11/2016	0,0	08/12/2016	0,6	08/01/2017	0,6
09/10/2016	0,2	09/11/2016	22,8	09/12/2016	2,8	09/01/2017	47,4
10/10/2016	0,0	10/11/2016	0,0	10/12/2016	9,0	10/01/2017	0,4
11/10/2016	0,0	11/11/2016	0,0	11/12/2016	11,8	11/01/2017	0,0
12/10/2016	2,8	12/11/2016	0,0	12/12/2016	0,0	12/01/2017	0,0
13/10/2016	1,4	13/11/2016	0,0	13/12/2016	0,2	13/01/2017	0,0
14/10/2016	0,0	14/11/2016	0,0	14/12/2016	0,0	14/01/2017	0,0
15/10/2016	0,0	15/11/2016	0,0	15/12/2016	0,0	15/01/2017	0,0
16/10/2016	0,0	16/11/2016	56,4	16/12/2016	0,0	16/01/2017	0,0
17/10/2016	32,4	17/11/2016	0,4	17/12/2016	0,2	17/01/2017	2,0
18/10/2016	10,8	18/11/2016	0,0	18/12/2016	10,2	18/01/2017	0,2
19/10/2016	31,0	19/11/2016	0,2	19/12/2016	9,6	19/01/2017	0,8
20/10/2016	0,2	20/11/2016	0,0	20/12/2016	33,0	20/01/2017	0,0
21/10/2016	0,2	21/11/2016	0,0	21/12/2016	0,8	21/01/2017	8,0
22/10/2016	0,0	22/11/2016	0,0	22/12/2016	4,6	22/01/2017	0,4
23/10/2016	0,4	23/11/2016	0,0	23/12/2016	2,8	23/01/2017	3,6
24/10/2016	0,4	24/11/2016	0,0	24/12/2016	0,4	24/01/2017	0,8
25/10/2016	23,6	25/11/2016	2,6	25/12/2016	0,2	25/01/2017	6,8
26/10/2016	18,6	26/11/2016	0,0	26/12/2016	3,4	26/01/2017	2,2
27/10/2016	3,4	27/11/2016	41,4	27/12/2016	0,2	27/01/2017	0,4
28/10/2016	0,0	28/11/2016	50,6	28/12/2016	0,4	28/01/2017	1,0
29/10/2016	0,2	29/11/2016	46,2	29/12/2016	3,6	29/01/2017	0,0
30/10/2016	0,0	30/11/2016	0,2	30/12/2016	6,4	30/01/2017	0,2
31/10/2016	0,0			31/12/2016	14,6	31/01/2017	0,2
TOTAL	183,2		201,4		151,4		162,6

Fonte: Estação agrometeorológica UFSC Curitiba

Fevereiro	Chuva (mm)	Março	Chuva (mm)	Abril	Chuva (mm)
01/02/2016	1,0	01/03/2016	19,2	01/04/2016	0,4
02/02/2016	15,2	02/03/2016	1,6	02/04/2016	0,0
03/02/2016	14,2	03/03/2016	0,4	03/04/2016	0,0
04/02/2016	0,4	04/03/2016	9,2	04/04/2016	0,6
05/02/2016	0,0	05/03/2016	12,8	05/04/2016	11,8
06/02/2016	0,0	06/03/2016	0,0	06/04/2016	0,2
07/02/2016	0,2	07/03/2016	4,2	07/04/2016	0,2
08/02/2016	0,2	08/03/2016	0,2	08/04/2016	0,0
09/02/2016	0,2	09/03/2016	0,2	09/04/2016	0,2
10/02/2016	0,0	10/03/2016	2,4	10/04/2016	0,0
11/02/2016	10,0	11/03/2016	0,2	11/04/2016	1,2
12/02/2016	4,2	12/03/2016	13,6	12/04/2016	0,4
13/02/2016	5,8	13/03/2016	0,4	13/04/2016	0,0
14/02/2016	6,2	14/03/2016	0,0	14/04/2016	0,2
15/02/2016	0,2	15/03/2016	0,0	15/04/2016	20,8
16/02/2016	2,4	16/03/2016	3,2		
17/02/2016	16,6	17/03/2016	3,0		
18/02/2016	0,8	18/03/2016	0,0		
19/02/2016	0,0	19/03/2016	0,0		
20/02/2016	0,0	20/03/2016	0,0		
21/02/2016	0,0	21/03/2016	0,0		
22/02/2016	0,0	22/03/2016	0,2		
23/02/2016	21,2	23/03/2016	0,0		
24/02/2016	5,0	24/03/2016	0,2		
25/02/2016	2,4	25/03/2016	0,4		
26/02/2016	0,2	26/03/2016	0,0		
27/02/2016	0,0	27/03/2016	0,2		
28/02/2016	4,8	28/03/2016	0,4		
		29/03/2016	0,2		
		30/03/2016	0,0		
		31/03/2016	0,2		
TOTAL	111,2		72,4		36,0

Fonte: Estação agrometeorológica UFSC Curitibaanos